

Sistem Pendeteksi Pencemar Udara Portabel Menggunakan Sensor MQ-7 dan MQ-135

Arida Amalia Rosa¹, Bryan Alexis Simon², Kevin Sherdy Lieanto³

^{1,2,3}Program Studi Teknik Komputer, Universitas Multimedia Nusantara, Tangerang, Indonesia

arida.rosa@student.umn.ac.id

bryan.simon@student.umn.ac.id

kevin.sherdy@student.umn.ac.id

Diterima 15 Mei 2020

Disetujui 16 Juni 2020

Abstract—Keterbatasan indera penciuman manusia mendeteksi keberadaan gas-gas yang tidak terlihat dapat membahayakan kesehatan. Oleh sebab itu, diperlukan suatu alat pendeteksi dalam pencemaran udara, sehingga menjadi acuan guna untuk mengetahui tingkat pencemaran udara tersebut. Untuk mendeteksi kadar polusi udara menggunakan sensor gas MQ-7 yang peka terhadap gas karbon monoksida, stabil dan berumur panjang, dan sensor gas MQ-135 yang dapat digunakan untuk menentukan kadar konsentrasi gas amonia, bensol, alkohol. Dan untuk tampilan menggunakan LCD yang sebelumnya di proses oleh mikrokontroler Arduino nano.

Index Terms—Air Quality, Gas Sensor, Kualitas Udara, Mikrokontroler, MQ-135, MQ-7

I. PENDAHULUAN

Seiring dengan meningkatnya isu pencemaran udara, Direktorat Pengendalian Pencemaran Udara (PPU) yang berada di bawah naungan Kementerian Lingkungan Hidup Indonesia membuat program kerja jangka panjang mengembangkan jaringan pemantauan kualitas udara ambien yang terintegrasi dengan menggunakan peralatan pemantauan otomatis yang beroperasi secara kontinyu yang ditujukan untuk mengetahui kualitas udara ambien di suatu daerah/kota pada waktu tertentu dilakukan oleh pemerintah pusat, pemerintah daerah dan pihak swasta serta pemangku kepentingan lainnya.

KLHK sebagai institusi pengelolaan lingkungan hidup telah membangun peralatan AQMS di beberapa kota. Parameter yang dipantau adalah PM10, PM2.5, SO2, NO2, O3, HC, dan CO. Data yang diterima dari stasiun pemantau kualitas udara, diolah menjadi data ISPU di ruang kendali AQMS KLHK (*main center*), kemudian data konsentrasi dan ISPU tersebut dikirimkan ke display indoor dan outdoor di masing-masing daerah. Data konsentrasi dan ISPU tersebut digunakan sebagai informasi kondisi kualitas udara kepada masyarakat yang dapat dilihat secara langsung melalui papan tayang (*public display outdoor*) yang terpasang di pinggir jalan raya. Selain itu, data hasil pemantauan terintegrasi yang dikelola dengan baik dapat digunakan sebagai bahan pengembangan

kebijakan dalam pelaksanaan pengendalian pencemaran udara di daerah. Namun meskipun demikian, masih minimnya keberadaan AQMS yang hanya tertanam di beberapa titik di daerah tertentu ini juga memicu kurangnya kesadaran masyarakat akan bahaya dari berbagai polusi udara yang ada.

Projek sederhana ini dibuat dengan harapan bisa meningkatkan kesadaran masyarakat perihal kualitas udara yang terdapat disekitar kita ketika sedang berpergian terlebih karena ukurannya yang juga cukup *compact* untuk dibawa-bawa. Projek ini pun untuk menunjang program Kementerian Lingkungan Hidup tentang meningkatkan kesadaran masyarakat akan pentingnya memperhatikan ISPU (Indeks Standar Pencemaran Udara).

II. STUDI LITERATUR

A. State of the Art

Pada penelitian ini menggunakan *state of the art* (penelitian sebelumnya) yang berjudul *AirSense: A Portable Context-sensing Device for Personal Air Quality Monitoring* (2015) oleh Zhuang, Yan & Lin, Feng & Yoo, Eun-Hye & Xu, Wenyao. sebagai referensi untuk penelitian ini. Adapun *state of the art* yang digunakan berupa paper untuk dijadikan acuan penelitian, yaitu:

Tabel 1. Acuan *state of the art* penelitian

Perbedaan	Hasil
Pada <i>AirSense</i> pembacaan kualitas udara berdasarkan dari level debu, GPS, temperatur dan kelembaban yang ada di sekitar pengguna sehingga pembacaan terbatas pada parameter tersebut.	Pendekatan berbeda kami lakukan yaitu dengan pembacaan sensor berdasarkan kandungan gas dan juga kimia yang beberapa diantaranya tidak dapat terdeteksi karena keterbatasan indera penciuman manusia.

B. Polusi Udara di Indonesia

Berdasarkan Laporan *Air Quality Life Index* Maret 2019 diketahui bahwa dalam dua dekade terakhir kadar PM_{2.5} mengalami peningkatan yang cukup signifikan dari 8 µg/m³ menjadi 22 µg/m³. Standar

PM_{2,5} sendiri adalah partikel yang berukuran 2,5 mikron atau bahkan lebih kecil. Partikel ini tak kasat mata dan bisa terhirup dan menumpuk di paru-paru yang bisa menyebabkan kematian dini pada seseorang. Partikel PM_{2,5} berasal dari polusi berbagai kendaraan bermotor, kebakaran hutan, pembakaran kayu, minyak, batubara, asap pabrik dan lain sebagainya. PM_{2,5} juga bisa berada di dalam ruangan, hal ini bisa di picu oleh asap rokok, proses pembakaran saat memasak, pembakaran lilin, dan lain sebagainya.

Berdasarkan data US *Environmental Protection Agency* berikut adalah standar level PM_{2,5}:

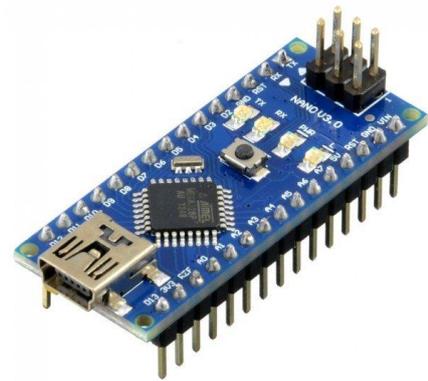
Tabel 2. Standar level PM_{2,5}

Kadar PM _{2,5}	Indeks Kualitas Udara	Efek Kesehatan
0-12	Aman	Tidak ada
12,1-35,4	Sedang	Individu yang sensitif bisa mengalami masalah pernapasan
35,5-55,4	Tak sehat bagi kelompok yang sensitif	Meningkatkan gejala pernapasan penyakit jantung dan paru-paru
55,5-150,4	Tidak sehat	Meningkatkan resiko penyakit jantung, kematian dini bagi penderita kardiopulmoner dan meningkatkan risiko pernafasan populasi umum
150,5-250,4	Sangat tidak sehat	Peningkatan signifikan memburuknya penyakit jantung, paru-paru, kematian dini penderita kardiopulmoner dan meningkatnya pernafasan populasi umum
250,5-500,4	Sangat berbahaya	Risiko kematian diri, penyakit jantung dan paru-paru

Dengan Indonesia yang berada pada level sedang saat ini, polusi udara sudah menjadi hal yang perlu dipertimbangkan karna ada kecenderungan peningkatan yang terjadi terus-menerus seiring waktu.

C. Arduino Nano

Arduino merupakan sebuah *platform* dari *physical computing* yang bersifat *open source*. Arduino tidak hanya sekedar sebuah alat pengembang, tetapi merupakan kombinasi dari *hardware*, bahasa pemrograman dan *Integrated Development Environment (IDE)* yang canggih. IDE adalah sebuah *software* yang berperan untuk menulis program, melakukan *compiling* menjadi kode biner dan mengunggah ke dalam memori mikrokontroler. Salah satu pertimbangan menggunakan Arduino Nano adalah merupakan board mikrokontroler yang berukuran kecil, lengkap dan mendukung penggunaan *breadboard* yang memudahkan dalam *testing* dan *debugging*.



Gambar 1. Arduino Nano

D. Sensor MQ-135

Sensor MQ-135 adalah jenis sensor kimia yang sensitif terhadap senyawa NH₃, NO_x, alkohol, benzol, asap (CO), CO₂, dan lain-lain. Sensor ini bekerja dengan cara menerima perubahan nilai resistansi (*analog*) bila terkena gas. Sensor ini memiliki daya tahan yang baik untuk penggunaan penanda bahaya polusi karena praktis dan tidak memakan daya yang besar. Penyesuaian sensitifitas sensor ditentukan oleh nilai resistansi dari MQ-135 yang berbeda-beda untuk berbagai konsentrasi gas-gas. Jadi, Ketika menggunakan komponen ini, penyesuaian sensitifitas sangat diperlukan. Selain itu, kalibrasi pendeteksian konsentrasi NH₃ sebesar 100 ppm atau alkohol sebesar 50 ppm di udara.



Gambar 2. Sensor MQ-135

Tabel 3. Spesifikasi standar kerja Sensor MQ-135

Parameter	Kondisi Teknis	Keterangan
<i>Circuit Voltage</i>	5V ± 0,1	AC atau DC
<i>Heating Voltage</i>	5V ± 0,1	AC atau DC
<i>Load Resistance</i>	Bisa menyesuaikan	
<i>Heater Resistance</i>	33 Ω ± 5%	Suhu ruangan

Heating Consumption	< 500 mW	
Jangkauan Pengukuran	10-300 ppm ammonia 10-1000 ppm benzol 10-300 ppm alkohol	

E. Sensor MQ-7

Sensor MQ-7 merupakan sensor gas yang digunakan untuk mendeteksi gas karbon monoksida (CO) dalam kehidupan sehari-hari. Sensor gas MQ7 ini mempunyai kelebihan sensitifitas yang tinggi terhadap karbon monoksida (CO), stabil, dan usia pakai yang lama. Penyesuaian sensitivitas sangat diperlukan. Disarankan kalibrasi pendeteksian untuk CO 200ppm di udara.



Gambar 3. Sensor MQ-7

Tabel 3. Spesifikasi standar kerja Sensor MQ-7

Parameter	Kondisi Teknis	Keterangan
Circuit Voltage	5V ± 0,1	AC atau DC
Heating Voltage	5V ± 0,1	AC atau DC
Load Resistance	Bisa menyesuaikan	
Heater Resistance	33 Ω ± 5%	Suhu ruangan
Heating Consumption	sekitar 350 mW	
Jangkauan Pengukuran	20-2000 ppm karbon monoksida	

F. Polusi Udara

Pencemaran udara adalah kehadiran satu atau lebih substansi fisik, kimia, atau biologi di atmosfer dalam jumlah yang dapat membahayakan kesehatan manusia, hewan, dan tumbuhan, mengganggu estetika dan kenyamanan, atau merusak properti. Pencemaran udara di dalam ruangan dapat mempengaruhi kesehatan manusia sama buruknya dengan pencemaran udara di ruang terbuka.

Pencemar udara dibedakan menjadi dua yaitu, pencemar primer dan pencemar sekunder. Pencemar primer adalah substansi pencemar yang ditimbulkan langsung dari sumber pencemaran udara. Karbon monoksida adalah sebuah contoh dari pencemar udara primer karena ia merupakan hasil dari pembakaran. Pencemar sekunder adalah substansi pencemar yang terbentuk dari reaksi pencemar-pencemar primer di atmosfer. Pembentukan ozon dalam smog fotokimia adalah sebuah contoh dari pencemaran udara sekunder. Berikut jenis-jenis bahan pencemar udara (polutan): Karbon Monoksida, Nitrogen Oksida, Sulfur Oksida, CFC, Hidrokarbon, Senyawa Organik Volatile, Partikulat, Radikal Bebas.

III. METODOLOGI DAN IMPLEMENTASI

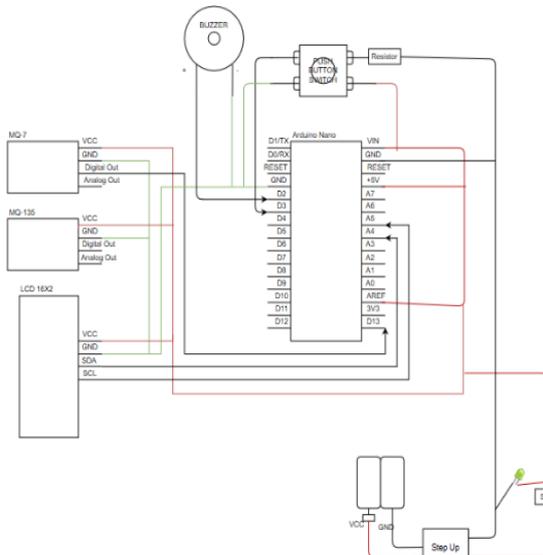
A. Komponen yang Digunakan

- **Arduino Nano**
Arduino Nano yang berukuran kecil dapat menunjang kebutuhan system yang *compact*. Arduino Nano juga memiliki *Timer Internal* sehingga sangat cocok untuk sistem ini.
- **Liquid Crystal Display**
LCD yang digunakan merupakan Modul LCD 4Pin (Vcc, Gnd, SCA, SCL). LCD akan digunakan untuk menampilkan indikator baterai dan status pembacaan sensor. LCD berkomunikasi dengan Arduino Uno menggunakan protokol I2C.
- **Modul MQ-7 Flying Fish**
Sensor ini cukup sensitif dengan gas alami, cocok untuk mendeteksi kebocoran gas, mendeteksi karbon monoksida, dan lain sebagainya.
- **Modul MQ-135 Flying Fish**
Sensor ini mampu mendeteksi NH₃, NO_x, alkohol, benzena, asap, CO₂, dan lain sebagainya.
- **LED, Resistor, dan Push Switch Button**
LED digunakan sebagai indikator bahwa Arduino Nano berhasil menyala, sedangkan resistor digunakan untuk *pull up* pada *switch*. *Switch* digunakan untuk mengaktifkan mode *mute* hingga durasi tertentu.
- **Modul Step Up**
Step Up diperlukan karna baterai yang digunakan hanya menghasilkan tegangan 3,7 Volt sedangkan modul *charger* yang digunakan memiliki batas maksimal tegangan 5V sehingga tidak memungkinkan untuk menggunakan dua baterai, untuk mengatasi hal ini *step up* digunakan agar tegangan bisa menjadi 5 Volt.
- **Module Micro USB Chager**
Agar komponen menjadi *rechargeable* maka diperlukan adanya Modul USB *Charger*.
- **Baterai 2500 Mah 3.7 Volt**

Sebagai sumber daya utama seluruh komponen dari sistem pendeteksi pencemar udara portable.

B. Rancangan Sistem

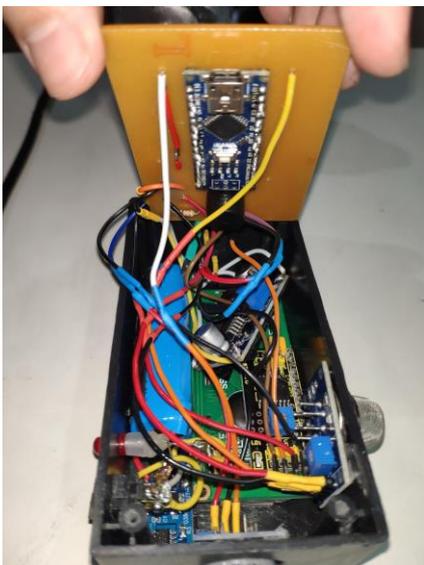
B.1 Skematik Hardware



Gambar 4. Skematik perangkat

Gambar 4 menjelaskan skematik rangkaian yang menggambarkan hardware di dalam casing komponen yang kami gunakan.

B.2 Tampilan Perangkat



Gambar 5. Tampilan dalam perangkat

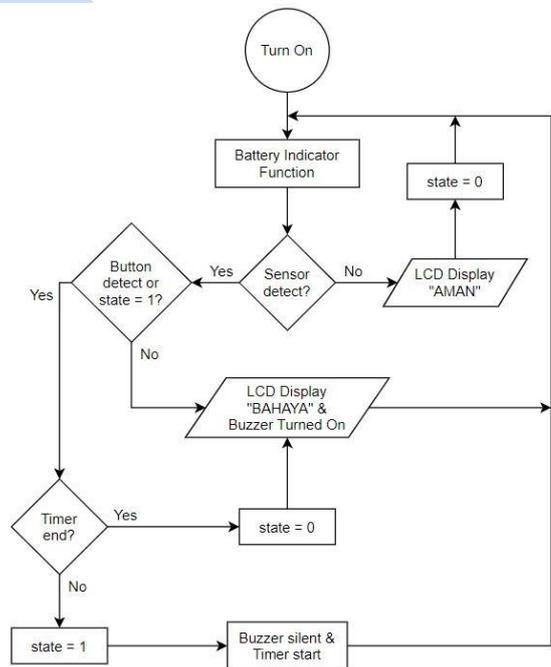
Gambar 5 memperlihatkan susunan komponen yang terdapat di dalam casing berdasarkan skematik.



Gambar 6. Tampilan luar perangkat

Gambar 6 memperlihatkan tampilan depan perangkat. Dimana terdapat LCD display yang terdapat bacaan sensor HI/Low, kondisi aman/bahaya, dan daya baterai. Untuk bagian bawah terdapat tombol power, dan led indikator power.

C. Flowchart Sistem



Gambar 7. Flowchart Sistem

Sistem akan melakukan pembacaan terus-menerus. Jika sistem mendeteksi gas melebihi batas yang sudah ditentukan maka akan menghasilkan output untuk memberi informasi kepada pengguna. Pada sistem ini pengguna juga bisa memberikan inputan melalui switch untuk fitur seperti mode senyap.

D. Implementasi

Pada saat sistem dinyalakan, sensor akan melakukan pembacaan secara terus menerus. Jika

sensor mendeteksi adanya gas pada batas tertentu yang sudah diatur, maka sistem akan mengeluarkan *output* berupa bunyi *Buzzer* dan tampilan tulisan pada LCD. LCD juga akan menampilkan tingkatan daya dari baterai. Pengguna juga bisa melakukan input untuk mengaktifkan fitur mode senyap dengan menekan tombol saat *buzzer* berbunyi. Ketika sensor mendeteksi adanya gas berbahaya yang sudah melewati ambang dan pengguna menekan tombol, maka sistem akan mengaktifkan mode *interrupt* sehingga *timer* akan menghitung mundur selama waktu yang sudah diatur. Namun, jika ditengah perhitungan status sistem kembali ke kondisi “aman” atau mode senyap sudah aktif selama waktu yang sudah ditentukan maka jika kondisi sedang “bahaya” *buzzer* akan bisa kembali berbunyi. Pengguna juga bisa melakukan isi ulang baterai perangkat menggunakan *charger micro USB* dengan arus 1Ampere dan Tegangan 5 Volt.

IV. HASIL DAN ANALISIS

Berdasarkan peraturan Menteri Perhubungan Nomor 7 tahun 1964 tentang syarat kesehatan, kebersihan serta penerangan dalam tempat kerja dan Peraturan Menteri Tenaga Kerja dan Transmigrasi Nomor PER.13/MEN/X/2011 tentang Nilai Ambang Batas Faktor Fisika dan Faktor Kimia di tempat kerja. Batas kadar monoksida yang dihirup adalah 25ppm, jika melebihi dari itu akan bisa membahayakan manusia.

Untuk standar batas ama alkohol yang terhirup berdasarkan “*permissible exposure limits for chemical contaminants*” adalah 200ppm.

Pada projek ini simulasi dilakukan dengan menggunakan alkohol. Kami menggunakan alat pengukur polusi udara sebagai pembanding. Dari beberapa percobaan yang kami lakukan didapatkan hasil sebagai berikut.



Gambar 8. Pengukuran VOC alkohol jarak 10cm

Gambar 8 menunjukkan alat deteksi konsentrasi partikel yang digunakan sebagai pembanding dengan alat yang kami gunakan. Alat ini sekarang sedang

menunjukkan hasil pengukuran konsentrasi alkohol yang di semprotkan dengan jarak 10cm.

Berdasarkan artikel *Center for Hazardous Substance Research* di Kansas State University yang berjudul “*Understanding Units of Measurement*” dijelaskan bahwa:

$$\text{Konsentrasi di Udara (ppm)} = 24.45 \times \frac{\text{konsentrasi(mg/m}^3\text{)} \div \text{berat molekul}}$$

Pada proses pengujian, zat yang digunakan untuk simulasi adalah alkohol. Alkohol dipilih karena mudah untuk diuji dan diketahui pasti nilai berat molekulnya sehingga mempermudah proses perhitungan. Pengujian pada karbon monoksida dan karbondioksida lebih sulit dilakukan karena metode pengumpulan sampelnya yang terbilang cukup sulit untuk mencapai kadar tertentu.

Metode pengujian ini juga dipilih karena keterbatasan waktu selama proses penelitian dan keterbatasan pada rangkaian yang hanya menggunakan sinyal digital. Untuk pengujian yang mendekati nilai sesungguhnya, diperlukan sinyal analog untuk menentukan nilai ppm yang diterima. Sehingga pada metode pengujian ini kami melakukan perbandingan nilai dengan alat ukur lain yang bisa dilihat pada Gambar 8.

Setelah uji coba, nilai *volatile organic compounds* (VOCs) yang masih memiliki satuan mg/m^3 jika dikonversikan ke ppm didapatkanlah hasil sebagai berikut:

Tabel 4. Hasil konversi VOCs ke PPM

VOC	PPM	Jarak
2,241	1,19114	10 cm
1,818	0,966307	20 cm
0,828	0,4401	30 cm

Kami melakukan simulasi pada sistem dengan mengatur potensi pada modul sensor sehingga sensor bisa mendeteksi 1 ppm dari gas yang dapat dideteksi dan didapatkan tampilan sebagai berikut:



Gambar 9. Percobaan jarak 10cm

Gambar 11 memperlihatkan proses pengujian alat kami dengan melakukan penyemprotan alkohol dengan jarak 10cm.

Dari berbagai jarak yang dicoba, didapatkan data sebagai berikut:

Tabel 5. Hasil pengukuran sensor

Jarak Pengujian	Status	Keterangan
10cm	Bahaya	-
12cm	Bahaya/Aman	Kurang akurat
15cm	Aman	-
20cm	Aman	-

Dari beberapa pengujian dilakukan dapat diketahui bahwa penggunaan sensor MQ-7 dan MQ-135 sudah cukup ideal untuk melakukan pendeteksian gas-gas berbahaya pada batasan tertentu melalui bacaan digital. Namun untuk melakukan pengukuran dengan akurasi tinggi, sensor harus melewati proses *heating* dan konfigurasi tersendiri melalui pin analog.

Hal ini dikarenakan jika pengukuran RS/R0 dari sensor bisa dihitung maka batasan bisa diatur lebih akurat mengikuti *datasheet* yang ada. Sedangkan pada percobaan sederhana menggunakan pin digital, pengaturan sensitifitas deteksi sensor dilakukan melalui pengaturan potensio yang hanya bisa diukur tegangannya. Selain itu, bacaan digital yang hanya memberikan 2 jenis *output* (*HIGH* dan *LOW*) dapat memberikan bacaan yang tidak stabil dan berganti terus menerus pada kondisi tertentu, misalnya ketika ukuran ppm dari zat yang terdeteksi memiliki nilai yang berada dekat pada batasan yang diatur pada

sensor. Berdasarkan Tabel 4, saat percobaan pada jarak 12cm ada kecenderungan pembacaan yang kurang akurat dikarenakan nilai batasan diatur melalui potensio sehingga sulit mengatur nilai akurat dari batas pengujian yaitu 1ppm.

V. SIMPULAN

Banyaknya gas berbahaya yang tidak tercium ataupun tidak terlihat membuat rendahnya angka kesadaran masyarakat mengenai bahaya polusi udara. Untuk mengatasi hal ini pemerintah mencanangkan berbagai program yang bisa memperingatkan masyarakat tentang kondisi kualitas udara disekitar mereka. Dengan seiringnya zaman dan tingkat mobilitas masyarakat yang tinggi, dibutuhkan alat pendeteksi kualitas udara yang mudah dibawa kemana-mana.

Sistem *Air Quality* menggunakan MQ-7 dan MQ-135 merupakan salah satu solusi untuk mengatasinya. Sistem ini mampu mendeteksi berbagai gas di udara dan memberikan peringatan untuk masyarakat. Sistem ini cukup untuk mendeteksi gas berbahaya pada kadar yang kita inginkan. Selain mudah dibawa-bawa, perangkat ini juga memiliki fitur lain seperti bisa dilakukan isi ulang daya baterai ataupun mode senyap. Namun untuk perangkat ini tidak dapat melakukan pendeteksian dengan nilai akurasi yang tinggi, hal ini diakibatkan tidak dilakukannya konfigurasi sensor.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] OSHA, "Table Ac-1 Permissible Exposure Limits for Chemical Contaminants," *Occup. Saf. Heal. Adm.*, vol. 8, no. d, hal. 1-26, 2019. https://jdih.kemnaker.go.id/data_puu/Permen_5_2018.pdf.
- [2] D. P. P. dan K. Lingkungan, "Laporan Kinerja Direktorat Pengendalian Pencemaran Udara," 2018.
- [3] Permenakertrans, "Peraturan menteri ketenagakerjaan republik indonesia nomor 5 tahun 2018," *J. Pendidikan, Teknol. dan Kejuruan*, vol. 4, no. 2, hal. 200-207, 2018.
- [4] <https://aqli.epic.uchicago.edu/wp-content/uploads/2019/03/Indonesia-Report.pdf>
- [5] Zhuang, Yan & Lin, Feng & Yoo, Eun-Hye & Xu, Wen Yao. (2015). *AirSense: A Portable Context-sensing Device for Personal Air Quality Monitoring*.
- [6] <https://cfpub.epa.gov/nceer/abstracts/index.cfm/fuseaction/display.files/fileid/14285>
- [7] https://www.researchgate.net/publication/329890530_Application_of_MQ-138_Semiconductor_Sensor_for_Breath_Acetone_Detection
- [8] <https://www.epa.gov/pm-pollution/setting-and-reviewing-standards-control-particulate-matter-pm-pollution>
- [9] https://www.electronicoscaldas.com/datasheet/MQ-135_Hanwei.pdf
- [10] <https://www.sparkfun.com/datasheets/Sensors/Biometric/MQ-7.pdf>